

# 公開セミナー報告

## 「地球の肺 —アマゾンの森をはかる—」

石塚 森吉

平成23年10月25日(火)、東京国際フォーラムにおいて、(独)森林総合研究所、東京大学生産技術研究所、(独)国際協力機構、(独)科学技術振興機構が共催で、公開セミナー「地球の肺～アマゾンの森をはかる」を開催した。本セミナーは、2009年に地球規模課題対応国際科学技術協力事業(SATREPS)<sup>注)</sup>に採択され、JICAプロジェクトの枠組みで始めた「アマゾンの森林における炭素動態の広域評価(CADAF)(2010～2014)」の中間報告であるとともに、後半、ブラジルおよび国際的なREDD+の動向の報告、さらにパネルディスカッションにアマゾンとその周辺でREDD+に関わる調査事業を実施している企業を交えて、アマゾンにおける炭素蓄積のMRV(測定・報告・検証)や、今後の国際協力の可能性について議論を深めることを目的としたものである。

### はじめに —アマゾンの森林の現状とCADAFプロジェクトの立ち上げの経緯

アマゾンの森林は現存する熱帯雨林の半分以上の面積を有し、純生産量が陸域生態系全体の約10%にも達するとされている。しかし、1960年代以降急速に森林減少が進み、とくに2000～05年の間に一段と減少したことや、最近2005年・2010年の度重なる干ばつから、地球規模の炭素循環や水循環に

深刻な影響を及ぼすことが懸念されている。そのため、2007年バリ島で開催された気候変動枠組み条約COP13において、世界自然保護基金(WWF)は、「このまま森林減少や異常気象が続くと、2030年までにアマゾンの熱帯雨林の最大6割が消滅して、世界各地に影響を及ぼす」と警告する報告書を発表している。

このような背景から、発展途上国における森林の減少・劣化に由来する排出の削減等(REDD+)が、気候変動対策の次期枠組みにおける重要な課題として交渉が進められているが、その実現には、広域の森林を対象にした炭素蓄積量とその変化の評価技術が必要とされ、わが国の貢献が求められていた。そのような折に、森林総合研究所と交流のあるブラジル国立アマゾン研究所(INPA)のニーロ・ヒグチ博士が中央アマゾンでの壮大な森林インベントリ調査を始めていることを知り、東京大学生産技術研究所、ブラジル宇宙研究所(INPE)を交えて共同研究プロジェクトの立案を進め、上記CADAFを立ち上げた。

### 基調講演「アマゾンの森林とその炭素蓄積」 (INPA ニーロ・ヒグチ博士)

アマゾンの森林研究の第一人者であるINPAのニーロ・ヒグチ博士は、CADAFプロジェクトのブラジル側の代表者でもあり、「アマゾンの森林とその炭素蓄積」と題する基調講演をしていただいた。

<sup>注)</sup> 科学技術振興機構(JST)と国際協力機構(JICA)が共同実施する事業

なお、昨年、博士はブラジルの科学・教育・文学における著しい功績者に与えられるブング財団賞2010を受賞されたが、今年、わが国の国際協力機構（JICA）による国際協力賞の受賞が来日前に決定し、基調講演の前に授賞式が行われた。基調講演は、アマゾンの森林概況と博士が進めているインベントリ調査の紹介が主な内容であるが、以下のように、ヒグチ博士はCADAFの目的をブラジルアマゾンのREDD+のためと明確に位置づけている（以下、講演要旨より）。

アマゾン全体の森林面積は790万km<sup>2</sup>、このうち500万km<sup>2</sup>（58.7%）がブラジルアマゾンに属する。2010年までの森林減少面積を差し引くと、ブラジルアマゾンの原生林の残存面積は340万km<sup>2</sup>になる。ブラジルアマゾンの炭素蓄積量の推定値は50.8～57.5億tCとされているが、REDD+の炭素市場を利用可能にするためには、森林炭素蓄積量の信頼に足る（監査の対象となる）推定方法が必要である。そのため、2010年、ブラジルと日本は二国間技術協力事業として“Carbon Dynamics of Amazonian Forests - CADAF”プロジェクトを以下の目的のもとに承認した。①2004年にINPAによって開始された炭素蓄積量推定のためのプロット調査を基軸にした森林インベントリの完遂、②炭素蓄積量の変化を推定するための継続的な森林インベントリシステムの構築、③最新のリモートセンシング技術を用いたプロットレベルから地域レベルの炭素動態へとスケールアップする手法の開発。ブラジルアマゾンの森林は、CADAFプロジェクトを通じて、REDD+のための必要事項を満たすことができるだろう。

### CADAFプロジェクトの概要（森林総合研究所 石塚森吉）

アマゾンの森林の炭素蓄積量に関しては、既に米国—ブラジルのチームによる地上部バイオマス推定の試みがある（2007）。しかし、用いられた数百点の地上データは既存の報告を寄せ集めたもので、プロット面積は約0.1haと小さく、調査年も調査方法

も統一されていない。また、中央アマゾンは道路が無いために、地上データの空白地帯であった（写真1）。そのため、CADAFでは、三階建てのボートに総勢20数名が乗り込み、中央アマゾンの16地域に0.25haのプロットを約100ヶ所ずつ設置しており（写真2）、2012年より本格的に2回目の調査に入る計画である。また、林木の根を含めたバイオ



写真1 地上データの空白地のひとつ、リオネグロ川上流域の森林の様子  
アマゾナス州の奥地は大部分がこのような地上データの空白地である。



写真2 CADAFの基本的なインベントリプロット（20m x 125m）の配置様式

マス測定をネグロ川最上流部で行い（2010年度）、これまでにINPAによって実施されたアマゾン川流域数カ所でのバイオマス測定データと合わせて、アマゾン全域に適用できる地上部と地下部のバイオマス推定式を開発することにしている。

しかしながら、広大なアマゾンでは、1,500以上のプロット数でも十分とは言えず、アマゾン特有の冠水や地形条件から、森林の潜在炭素蓄積量を推定する試みを進めている。例えば、雨季に冠水する浸水林のバイオマスが台地上の森林と比べて少ないことは一目瞭然であるが、同じ台地上の森林でも凹地（谷）のバイオマスは、凸地（台地）に比べ少ないことが分かってきた。

### 空から見るアマゾンの様々な姿（東京大学生産技術研究所 沢田治雄）

CADAFにおけるリモートセンシング（以下、リモセン）分野の目的は、リモセンやGISを利用して、現地調査で得られた林分情報を広域に推定する手法を開発し、アマゾンの森林の炭素蓄積量マップを作成することである。リモセンのセンサには、光学センサとレーダーセンサがあるほか、衛星により観測周期、空間分解能などが異なり、目的や状況に応じた使い分けや併用が必要である。まず、光学センサとしてMODIS（空間分解能250・500・1km、観測周期は1日2度）、Landsat（空間分解能15・30m、観測周期は16日）、IKONOS（空間分解能1m、観測はオーダー方式）による解析例が紹介された。これらの光学センサでは、雲の影響を軽減する処理が不可欠であるが、ALOS衛星のPALSARやTerraSAR-Xなどのレーダーデータは、雲の影響を受けることが少ない。特にPALSARはアマゾンの環境要因として重要な冠水域の把握や、バイオマスの推定に有効と考えられている。観測周期が46日であるため、詳細な冠水期間の把握には観測周期の短いMODISデータなどを併用している。なお、アマゾンの森林面積情報に関しては、共同研究機関であるブラジル航空宇宙研究所（INPE）のDETER、PRODESなどが毎年取得している。

CADAFではこのような様々な情報を用いて、まずアマゾン全域を環境要因でゾーニングし環境区分図を作成する。環境区分図と地上データを融合化することでアマゾン全域の森林バイオマスを推定するが、衛星データと地上データの融合化の際に、LiDAR観測などで得られる広域の林分構造パラメータを利用することを計画している。

### ブラジルにおけるREDD+の特徴と日伯協力の可能性（在伯日本大使館 福代孝良）

ブラジルの森林政策に詳しい福代氏には、ブラジリアからインターネット経由で参加していただいた。ブラジル政府としては、REDD+によって生じる吸収源クレジットによる先進国の排出のオフセットについては依然慎重な態度であり、政府としてのREDD+の資金メカニズムは、アマゾン森林基金のみの現状である。他方、REDD+事業への人々の期待は非常に高まっており、地方政府、民間企業、NGOを中心としたREDD+プロジェクトは10数を超え、これらは具体的なクレジット取引を想定していることから、その制度化を求めたREDD+法案が連邦議会で審議されているという。また、ブラジルアマゾンでREDD+事業を進めるにあたり、留意すべき土地所有問題の詳細な解説があった。

一方、ブラジルアマゾンにおける森林減少は近年鈍化傾向にあり、森林消失面積は1996～2005年の平均に対して、2001～2010年の平均は3分の1以下に縮小している。この背景には、政府による監視の強化、行政システムの連携、農牧業者の意識の高まりなどがあるが、衛星を用いた森林監視システムDETERの構築や日本のPALSARの技術協力が果たした役割が大きいという。このように、ブラジルは既に、熱帯林国で唯一の衛星による森林監視体制を構築していることから、今後のREDD+メカニズムにおいては、MRV手法の確立、第3国への技術移転、地球規模の観測などで協力していくことが重要である。なお、氏の講演内容については、「海外の森林と林業」No.82（2011）を参考にされたい。

## パネルディスカッション（司会 森林総合研究所 松本光朗）

パネルディスカッションは、森林総研の松本光朗氏がモデレータとなり、REDD+における炭素蓄積のMRVや今後の国際協力の可能性を中心に議論が進められた（写真3）。

まず、松本氏が、REDD+のMRVについての国際的な動向として、2009年COP15のSBSTA31で合意された方法論のガイダンスが、REDD+のMRVに関わる基本的事項を示しており、①堅牢で透明性を持つ森林モニタリングシステムの構築の必要性、②算定手法はIPCCガイドラインを用いること、③炭素変化量はリモートセンシングと地上調査の組み合わせにより推定することが明記されていることを説明した。CADAFの方法は、当然上記①、②、③をクリアしているものの、前半の講演で、CADAFが目指す炭素蓄積量の推定精度について質疑応答があったことに関して、松本氏が、IPCC



写真3 パネルディスカッション（右より、司会の松本光朗氏とニーロ・ヒグチ博士）

ガイドラインでは推定精度は「不確実性」で表わされることを解説し、カンボジアのプロジェクトの例にその計算方法を示した。

続いて、二人のパネラーから、アマゾンとその周辺で実際にREDD+に関わる調査事業の報告がなされた。まず、丸紅株式会社の白石到氏が、次期枠組みにおいて日本政府が提案している「二国間オフセットメカニズム」の下で、REDD+事業による排出削減の実現可能性の調査について、アクレ州の事例を報告した。これは、アクレ州政府、国際熱帯木材機関（ITTO）、現地NGO・研究機関等現地カウンターパートと協業の上、REDD+を通じCO2削減を図ることが目的である。次いで、兼松株式会社の矢崎慎介氏から、ブラジル・マトグロッソ州におけるHalitina REDD+プロジェクトのF/S調査の事例が紹介された。Halitinaとは、先住民の名称で、当地はアマゾンの南側のセラード地帯の先住民保護区を対象としたプロジェクトであり、本事業計画はカーボンクレジットの組成のみならず、先住民の生活や権利を尊重したものとする必要があることの詳しい説明があった。これに関して、INPAでアマゾンの森林と住民との共存の在り方について研究しているマリア・ヒグチ博士から、REDD+の議論は往々にして炭素計測の技術論に偏りがちであるが、REDD+の事業を進めるにあたっては先住民の理解が前提であること、とくにブラジルアマゾンでは土地所有問題と絡んで細心の注意が必要であるとのコメントがあった。

最後に、ニーロ博士から日本政府の提案している「二国間オフセットメカニズム」に期待していること、松本氏が、日本主導によるMRV手法を森林総合研究所のREDD研究開発センターが開発中であることを述べて閉会した。